

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: VÄÄNÄNEN Janne Conf.:
Appl. No.: NEW Group:
Filed: October 28, 2003 Examiner:
For: METHOD AND APPARATUS FOR SCHEDULING
AVAILABLE LINK BANDWIDTH BETWEEN
PACKET-SWITCHED DATA FLOWS

L E T T E R

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

October 28, 2003

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55(a), the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on the following application(s):

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
FINLAND	20021921	October 29, 2002

A certified copy of the above-noted application(s) is(are) attached hereto.

If necessary, the Commissioner is hereby authorized in this, concurrent, and future replies, to charge payment or credit any overpayment to Deposit Account No. 02-2448 for any additional fee required under 37 C.F.R. §§ 1.16 or 1.17; particularly, extension of time fees.

Respectfully submitted,

BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP

By  #29271
Michael K. Mutter, #29,680

MKM/smt
0365-0580P

P.O. Box 747
Falls Church, VA 22040-0747
(703) 205-8000

Attachment(s)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
NATIONAL BOARD OF PATENTS AND REGISTRATION

Helsinki 10.9.2003

UÄÄNÄNEN
October 28, 2003
BSKB, LLP
703-205-8000
0365-0580P
1061

ETUOIKEUSTODISTUS
PRIORITY DOCUMENT

Hakija
Applicant

Tellabs Oy
Espoo

Patenttihakemus nro
Patent application no

20021921

Tekemispäivä
Filing date

29.10.2002

Kansainvälinen luokka
International class

H04L

Keksinnön nimitys
Title of invention

"Menetelmä ja laitteisto siirtoyhteyskapasiteetin vuorottamiseksi
pakettikytkentäisten tietoliikennevoiden kesken"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä
Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä,
patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the
description, claims, abstract and drawings originally filed with the
Finnish Patent Office.


Pirjo Kaila
Tutkimussihteeri

Maksu 50 €
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001
Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No.
1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and
Registration of Finland.

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500 Telefax: 09 6939 5328
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500 Telefax: + 358 9 6939 5328
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

Menetelmä ja laitteisto siirtoyhteyskapasiteetin vuorottamiseksi pakettikytkentäisten tietoliikennevoiden kesken

5 Keksinnön kohteena on patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä siirtoyhteyskapasiteetin vuorottamiseksi pakettikytkentäisten tietoliikennevoiden kesken.

Keksinnön kohteena on myös patenttivaatimuksen 5 mukainen laitteisto siirtoyhteyskapasiteetin vuorottamiseksi pakettikytkentäisten tietoliikennevoiden kesken.

10 Tässä asiakirjassa käytetään niin tunnetun tekniikan kuin keksinnönkin kuvauksessa seuraavia lyhenteitä:

15	BE	Palvelunlaatuluokka sovelluksille, jotka pystyvät hyödyntämään hetkellisesti vapaana olevaa tiedonsiirtoverkon kapasiteettia mutta joille ei taata käytettävissä olevaa vähimmäissiirtonopeutta eikä yläraja-arvoja tiedonsiirtoviiveelle ja viiveen vaihtelulle (Best Effort),
	CoS	Palvelunlaatuluokka (Class of Service),
	DSCP	Paketin kantama tieto siitä, mihin palvelunlaatuluokkaan kyseinen paketti kuuluu (Differentiated Services Code Point),
20	FIFO	Aikaisemmin sisään, aikaisemmin ulos -jonokuri (First In First Out - discipline),
25	G+E	Palvelunlaatuluokka sovelluksille, jotka pystyvät hyödyntämään hetkellisesti vapaana olevaa tiedonsiirtoverkon kapasiteettia ja joille taataan tietty vähimmäissiirtonopeus mutta ei yläraja-arvoja tiedonsiirtoviiveelle eikä viiveen vaihtelulle (Guaranteed rate and Best Effort),
	QoS	Palvelun laatu (Quality of Service),
	RT	Palvelunlaatuluokka sovelluksille, joille tiedonsiirtoviive ja viiveen vaihtelu pyritään minimoimaan ja joille taataan tietty vähimmäissiirtonopeus mutta jotka eivät hyödynnä hetkellisesti vapaana olevaa tiedonsiirtoverkon
30		kapasiteettia (Real Time),
	SFQ	Start-time Fair Queuing, eräs painokerroinperusteinen vuorotusmenetelmä [1],

- wfq Painokerroinperusteinen vuorotusmenetelmä, käytetään yleisnimenä (weighted fair queuing),
- WFQ Weighted Fair Queuing, eräs painokerroinperusteinen vuorotusmenetelmä [1],
- 5 WRED Painotusperusteinen ruuhkanrajoitusmenetelmä [3, 4] (Weighted Random Early Detection).

Pakettikytkentäisessä tietoliikennejärjestelmässä on usein edullista, että siirrettävät paketit luokitellaan kuuluviksi eri palvelunlaatuiluokkiin (CoS) sen mukaan, millaisia tarpeita tietoliikennepalvelua käyttävillä sovelluksilla on, ja toisaalta sen mukaan, millaisia sopimuksia palvelun laadusta tietoliikennepalveluntarjoaja on tehnyt asiakkaidensa kanssa. Esimerkiksi tavallisen puhelinsovelluksen kohdalla on olennaista, että sovelluksen tarvitsema tiedonsiirtonopeus on käytettävissä tarvittavan ajan ja siirtoviive on riittävän pieni sekä siirtoviiveen vaihtelu riittävän vähäistä. Puhelinsovelluksessa ei ole hyötyä siitä, että sovellukselle tarjottavaa tiedonsiirtonopeutta voitaisiin hetkellisesti kasvattaa, mikäli tiedonsiirtoverkon kuormitus on kyseisenä ajankohtana vähäistä. Sen sijaan esimerkiksi ladattaessa www-sivua on erittäin edullista, jos voidaan hyödyntää verkon hetkellisestikin vapaana olevaa kapasiteettia täysimääräisesti.

20 Tarkasteellaan seuraavassa tilannetta, jossa tietoliikennepalvelu tarjoaa seuraavanlaisia palvelunlaatuiluokkia:

- RT (Real Time): sovelluksille, joille taataan tietty vähimmäissiirtonopeus ja lisäksi tiedonsiirtoviive ja siirtoviiveen vaihtely pyritään minimoimaan, mutta sovellukselle tarjottavaa hetkellistä tiedonsiirtonopeutta ei kasvateta vaikka tiedonsiirtojärjestelmän kuormitus olisikin kyseisenä ajankohtana vähäistä.
- 25 - G + E (Guaranteed rate and Best Effort): sovelluksille, joille taataan tietty vähimmäissiirtonopeus ja lisäksi hyödynnetään kunakin ajankohtana vapaana olevaa tiedonsiirtojärjestelmän kapasiteettia. Siirtoviiveelle ja viiveen vaihtelulle ei taata yläraja-arvoja.
- 30

- BE (Best Effort): sovelluksille, joille ei taata vähimmäissiirtonopeutta mutta joille hyödynnetään kunakin ajankohtana vapaana olevaa tiedonsiirtojärjestelmän kapasiteettia. Siirtoviiveelle ja viiveen vaihtelulle ei taata yläraja-arvoja.

5 Kuvio 1 esittää yhtä tunnetun tekniikan mukaista tapaa vuorottaa yhteisen siirtolinkin kapasiteettia yllämainittuja palvelunlaatuluokkia edustaville liikennevoille. Kuvion 1 esittämän järjestelmän toiminta on seuraava:

- 10 - Se, mihin palvelunlaatuluokkaan yksittäinen paketti kuuluu, on identifioitavissa pakettiin liitetyn tiedon perusteella (esimerkiksi DSCP = Differentiated Services Code Point [2]).

- Paketit ohjataan palvelunlaatuluokkakohtaisiin FIFO jonoihin (RT-, G+E- ja BE-jono).

15

- Jokainen G + E palvelunlaatuluokkaa edustava paketti kuuluu palvelunlaatuluokan sisäiseen aliryhmään, jonka perusteella voidaan päätellä vähintään se, kuuluuko kyseinen paketti siihen osaan liikennettä, joka vastaa taattua vähimmäissiirtonopeutta (jatkossa tätä osuutta kutsutaan G osuudeksi), vai kuuluuko paketti siihen osaan liikennettä, joka ylittää taatun vähimmäissiirtonopeuden (jatkossa tätä osuutta kutsutaan E osuudeksi). Tiettyyn aliryhmään kuulumisen voidaan indikoida esimerkiksi DSCP:n kantaman etuoikeustiedon (drop preference) avulla [2]. Aliryhmätietoa käytetään silloin, kun jonon ruuhkautuessa tulee päättää, mihin paketteihin ruuhkanrajoitustoimenpiteet kohdistetaan. Esimerkkinä tästä on WRED
- 20 menetelmä (Weighted Random Early Detection) [3, 4].

25

- Siirtolinkin kapasiteettia vuorotetaan RT-jonolle, G+E-jonolle ja BE-jonolle painokerroinperusteisella vuorotusmenetelmällä (esimerkiksi SFQ [1]) siten, että RT-jonon painokerroin on (W_{RT}) on valittu niin suureksi G+E- ja BE-jonon painokertoimiin (W_{G+E} ja W_{BE}) nähden, että RT luokan liikenteellä on kaikissa tilanteissa käytettävissä sille taattu vähimmäissiirtonopeus ja G+E-jonon painokerroin on valittu niin suureksi BE-jonon painokertoimeen nähden, että G+E liikenteellä on
- 30

kaikissa tilanteissa käytettävissä sille taattu vähimmäissiirtonopeus.

- RT luokan liikenne sekä G+E luokan liikenteen G osuus oletetaan rajoitetuiksi ennen vuorotinkoneistoa.

5

Kuviossa 2 esitetään toinen tunnetun tekniikan mukainen tapa vuorottaa yhteisen siirtolinkin kapasiteettia yllämainittuja palvelunlaatuluokkia edustaville liikennevoille. Kuvion 2 esittämän järjestelmän toiminta eroaa kuvion 1 esittämän järjestelmän toiminnasta siten, että siirtolinkin kapasiteettia vuorotetaan RT-jonolle prioriteettiperusteisesti ennen G+E- ja BE-jonoa. Prioriteettivuorotuksen käyttäminen RT-luokan liikenteelle on mahdollista, koska RT-luokan liikenne oletetaan rajoitetuksi ennen vuorotinkoneistoa.

Ongelmana kuvioissa 1 ja 2 esitetyissä vuorotusmenetelmissä on, että G+E luokan liikenteen E osuus kilpailee BE luokan liikenteen kanssa painokertoimella (W_{G+E}), jonka arvo suhteessa BE luokan painokeroimeen (W_{BE}) on valittu silmälläpitäen G+E luokalle taattua vähimmäissiirtonopeutta (G osuus). Tästä seuraa usein, että BE luokan kyky hyödyntää hetkellisesti vapaana oleva kapasiteettia on heikko, mikäli myös G+E liikenteen E osuus pyrkii samanaikaisesti hyödyntämään vapaana olevaa kapasiteettia. Tämä on vastoin BE luokan liikenteen peruslähtökohtaa, jossa vähimmäissiirtonopeutta ei taata mutta palvelu toteutetaan hyödyntämällä hetkellisesti vapaana olevaa kapasiteettia.

Ilmiötä valotetaan kuviossa 3 esitetyissä esimerkkitalanteissa a ja b. Esimerkkitalanne a esittää siirtokapasiteetin jakautumista eri palvelunlaatuluokkia edustavien tietoliikennevoiden kesken, kun jokaista palvelunlaatuluokkaa edustavaa liikennettä siirretään niin paljon kuin mahdollista. G+E luokan liikenteen käyttämän siirtokapasiteetin osuuden (B_{G+E}) suhde BE luokan liikenteen osuuteen (B_{BE}) on $W_{G+E} : W_{BE}$. Esimerkkitalanne b esittää siirtokapasiteetin jakautumista eri palvelunlaatuluokkia edustavien tietoliikennevoiden kesken, kun sekä RT luokan liikenteelle että G+E luokan liikenteen G osuudelle varatut siirtokapasiteettiosuudet ovat samat kuin esimerkkitalanteessa a mutta RT luokan liikenteen käyttämä siirtokapasiteetti on vähäisempi kuin sille varattu kapasiteetti ja G+E sekä BE palvelunlaatuluokkia edustavaa

liikennettä siirretään niin paljon kuin mahdollista. Myös tässä tilanteessa $B_{G+E} : B_{BE} = W_{G+E} : W_{BE}$. Esimerkkitalanteesta b on helppo todeta, että RT luokan liikenteeltä vapaaksi jäänyt kapasiteetti menee lähes kokonaan G+E luokan liikenteen E osuuden hyväksi.

- 5 On huomattava, että G+E luokan liikenteen G- ja E-osuuksia ei voi laittaa eri jonoihin, joille siis voisi laittaa toisistaan riippumattomat vuorotuspainokertoimet, koska vuorotinkoneisto ei saa muuttaa G+E luokan liikenteen pakettien siirtojärjestystä.

- 10 Tämän keksinnön tarkoituksena on poistaa edellä kuvatun tekniikan puutteellisuudet ja aikaansaada aivan uudentyyppinen menetelmä ja laitteisto siirtoyhteykskapasiteetin vuorottamiseksi pakettikytkentäisten tietoliikennevoiden kesken. Keksinnön kohteena on menetelmä, jolla voidaan toteuttaa vuorotinkoneisto siten, että vapaa siirtokapasiteetti allokoituu G+E luokan liikenteen E osuudelle ja BE liikenteelle halutussa suhteessa (esimerkiksi 1:1).

15

Keksintö perustuu siihen, että aliryhmätietoa (esim. etuoikeustieto engl. drop preference) käytetään hyväksi vuorottimen toiminnan ohjaamisessa. Perinteisesti aliryhmätietoa käytetään ruuhkanrajoitusjärjestelmässä (esimerkiksi WRED). Keksinnön mukainen vuorotusmenetelmä ei estä aliryhmätiedon käyttämistä myös ruuhkanrajoitusjärjestelmässä.

20

Keksinnön mukaiselle menetelmälle on tunnusomaista se, mikä on esitetty patenttivaatimuksen 1 tunnusmerkkiosassa.

25

Keksinnön mukaiselle laitteistolle puolestaan on tunnusomaista se, mikä on esitetty patenttivaatimuksen 5 tunnusmerkkiosassa.

30

Keksinnöllä saavutetaan tunnetun tekniikan mukaisiin ratkaisuihin verrattuna se etu, että voidaan toteuttaa vuorotinkoneisto siten, että vapaa siirtokapasiteetti allokoituu G+E luokan liikenteen E osuudelle ja BE liikenteelle halutussa suhteessa (esimerkiksi 1:1). Tällöin voidaan toteuttaa palvelunlaatuluokka (G+E), jossa pystytään hyödyntämään hetkellisesti vapaana olevaa tiedonsiirtoverkon kapasiteettia ja lisäksi voidaan taata tietty vähimmäissiirtonopeus ilman, että heikennetään sellaisten palvelunlaatuluokkien (BE)

toimintaa, joissa vähimmäissiirtonopeutta ei taata mutta palvelu toteutetaan hyödyntämällä hetkellisesti vapaana olevaa kapasiteettia.

- 5 Keksintöä ryhdytään seuraavassa lähemmin tarkastelemaan oheisten kuvioiden mukaisten esimerkkien avulla.

Kuvio 1 esittää lohkokaaaviona yhtä tunnetun tekniikan mukaista järjestelmää yhteisen siirtolinkin kapasiteetin vuorottamiseksi edellämainittuja palvelunlaatuluokkia (RT, G+E, BE) edustaville liikennevoille.

10

Kuvio 2 esittää lohkokaaaviona toista tunnetun tekniikan mukaista järjestelmää yhteisen siirtolinkin kapasiteetin vuorottamiseksi edellämainittuja palvelunlaatuluokkia edustaville liikennevoille.

- 15 Kuvio 3 esittää kahta esimerkkitilannetta (a ja b) hetkellisestä siirtokapasiteetin jakautumisesta eri palvelunlaatuluokkia edustavien tietoliikennevoiden kesken. Esimerkkitilanteessa a jokaista palvelunlaatuluokkaa edustavaa liikennettä siirretään niin paljon kuin mahdollista. Esimerkkitilanteessa b RT luokan liikenteelle ja G+E luokan liikenteen G osuudelle varatut siirtokapasiteettiosuudet ovat samat kuin
- 20 esimerkkitilanteessa a mutta RT luokan liikenteen käyttämä siirtokapasiteetti on vähäisempi kuin sille varattu kapasiteetti ja G+E sekä BE palvelunlaatuluokkia edustavaa liikennettä siirretään niin paljon kuin mahdollista.

- 25 Kuvio 4 esittää lohkokaaaviona keksinnön mukaista järjestelmää yhteisen siirtolinkin kapasiteetin vuorottamiseksi edellämainittuja palvelunlaatuluokkia edustaville liikennevoille.

Keksinnön mukaisen menetelmän teoreettinen perusta käy ilmi seuraavasta tarkastelusta.

- 30 Painokerroinperusteisessa vuorotusmenetelmässä vuorottimen sisääntulossa oleville paketeille muodostetaan järjestysindikaatio (esimerkiksi Start_tag SFQ menetelmässä [1]) siitä, milloin kyseinen paketti tulee eteenpäinsiirtovuoroon. Ensimmäisenä siirretään

eteenpäin se paketti, jonka järjestysindikaatio on arvoltaan sellainen, joka ilmaisee aikaisinta eteenpäinsiirtohetkeä. Järjestysindikaation ei tarvitse olla sidoksissa reaaliaikaan, vaan riittää, että eri pakettien järjestysindikaatiot ovat mielekkäässä suhteessa toisiinsa nähden.

5

Järjestysindikaation muodostamisessa tietystä laatuluokkajonosta tulevalle paketille käytetään kyseistä palvelunlaatuluokkaa vastaavaa painokerrointa. Mikäli jonolla J1 on suurempi painokerroin kuin jonolla J2, niin jonon J1 peräkkäisten pakettien järjestysindikaatioiden sarja suhteessa jonon J2 vastaavaan muodostuu sellaiseksi, että jono

10

J1 saa suuremman osuuden vuorottimen ulostulon kapasiteetista.

Prioriteettiperusteisessa vuorotusmenetelmässä vuorottimen sisään tulossa oleville paketeille annetaan prioriteetti-arvo. Pakettien prioriteetti-arvot määräävät, mikä paketti seuraavaksi siirretään eteenpäin.

15

Keksinnön mukaisessa menetelmässä paketille annettava prioriteetti-arvo tai paketin järjestysindikaation muodostamisessa käytettävä painokerroin ei riipu vain paketin edustamasta palvelunlaatuluokasta (jota tässä asiakirjassa ilmennetään muuttujalla q) vaan myös kyseisen paketin ja/tai sitä aikaisemmin tai myöhemmin saapuvien saman laatuluokan

20

pakettien aliryhmätiedoista (jota tässä asiakirjassa ilmennetään muuttujalla p , esimerkiksi etuoikeustieto engl. drop preference [2]), kuvio 4. Koska paketit ovat laatuluokakohtaisissa jonoissa ennen vuorotinta, on siis mahdollista jonon täyttöasteen rajoissa tietää vuorottimeen lähitulevaisuudessa tulevien pakettien aliryhmätiedot.

25

Keksinnön mukaisessa menetelmässä aliryhmätieto tai -tiedot voivat määrätä myös sen, käytetäänkö tietyn paketin vuorotuspäätösten tekoon painokerroin- vai prioriteettiperusteista vuorotusmenetelmää.

30

Tunnetun tekniikan mukaisissa järjestelmissä aliryhmätietoa (p) käytetään ruuhkanrajoitustoimenpiteissä mutta ei vuorotustoiminnassa.

Havainnollistetaan seuraavassa yhden keksinnön toteutusmuodon mukaisen vuorottimen

toimintaa G+E ja BE luokkiin kuuluvien liikennevöiden osalta käyttäen SFQ algoritmia [1]. Tässä keksinnön toteutusmuodossa paketti kohtainen painokerroin määräytyy tarkasteltavan paketin aliryhmän perusteella. G+E luokan paketin i ja BE luokan paketin j järjestysindikaatiot ($S_{G+E}(i)$ ja $S_{BE}(j)$) lasketaan seuraavasti:

5

$$S_{G+E}(i) = \max \{v, S_{G+E}(i-1) + L(i-1) / W(q, p)\}, \quad (1)$$

$$S_{BE}(j) = \max \{v, S_{BE}(j-1) + L(j-1) / W(q, p)\}, \quad (2)$$

missä $L(i-1)$, $L(j-1)$ on edellisen paketin koko esimerkiksi tavuina, muuttujat p ja q määräävät painokertoimen W arvon siten, että muuttuja q riippuu tarkasteltavan paketin (i tai j) edustamasta palvelunlaatuoluokasta (G+E tai BE) ja muuttuja p riippuu aliryhmästä, mihin tarkasteltava paketti (i tai j) kuuluu, v on kulloinkin eteenpäin siirrettävänä olevan paketin järjestysindikaatio (virtuaaliaika). Järjestysindikaatio lasketaan silloin, kun paketti saapuu vuorottimen laatuoluokakohtaiseen sisääntuloon, eikä sitä päivitetä myöhemmin
15 vaikka v muuttuisi. Seuraavaksi eteenpäinsiirrettäväksi valitaan se paketti (i tai j), jonka järjestysindikaatio on pienempi.

Tässä havainnollistavassa esimerkissä oletetaan, että aliryhmäkohtaiset painokertoimet on valittu seuraavasti:

20

- jos G+E luokan paketti kuuluu G osuuteen $W(q='G+E', p='G') = W_G$,
- jos G+E luokan paketti kuuluu E osuuteen $W(q='G+E', p='E') = W_E$,
- BE luokan paketeilla on kaikilla sama painokerroin riippumatta aliryhmätiedosta
 $W(q='BE', p: \text{ei merkitystä}) = W_{BE}$.

25

Tällöin voidaan yksinkertaisella kokeilulla tai simulaatiolla todeta seuraavaa: jos tietyllä aikavälillä siirretään keskimäärin W_G kappaletta tavuja (tai bittejä) edustaen G osuuteen kuuluvia paketteja, niin tällöin kyseisellä aikavälillä siirretään myös keskimäärin W_{BE} kappaletta tavuja (tai bittejä) edustaen BE liikenteeseen kuuluvia paketteja ja vastaavasti
30 siirrettäessä keskimäärin W_E kpl tavuja (tai bittejä) edustaen E osuuteen kuuluvia paketteja siirretään myös keskimäärin W_{BE} kpl tavuja (tai bittejä) edustaen BE liikenteeseen kuuluvia paketteja. Tarkastelu käy havainnollisemmaksi, jos kaikki paketit oletetaan

samankokoisiksi, tällöin voidaan puhua yksinkertaisesti paketeista sen sijaan että puhutaan tavuista edustaen paketteja.

Valitsemalla painokerroin-arvot W_E ja W_{BE} sopivasti voidaan toteuttaa vuorotinkoneisto siten, että vapaa siirtokapasiteetti allokoituu G+E luokan liikenteen E osuudelle ja BE liikenteelle halutussa suhteessa.

Yksi tämän toteutusmuodon variaatio saadaan aikaan siten, että W_G on ääretön. Tämä vastaa itse asiassa sitä, että G osuuteen kuuluvat paketit vuorotetaan prioriteettiperiaatteella eikä SFQ menetelmällä. Tällöin vuorottimen G+E jonoa vastaavassa sisääntulossa G osuuteen kuuluva paketti siirretään eteenpäin riippumatta BE sisääntulossa olevan paketin järjestysindikaatiosta. Tämä on mahdollista, koska G+E liikenteen G osuus oletetaan rajoitetuksi.

Viitteet:

- [1] Pawan Goyal, Harri M. Vin, Haichen Cheng. *Start-time Fair Queuing: A scheduling Algorithm for Integrated Services Packet Switching Networks*. Technical Report TR-96-02, Department of Computer Sciences, University of Texas Austin.
- [2] Bruce Davie, Yakov Rekhter. *MPLS Technology and Applications*. Academic Press 2000 CA U.S.A. (www.academicpress.com)
- [3] Sally Floyd, Van Jacobson. *Random Early Detection Gateways for Congestion Avoidance*. Lawrence Berkeley Laboratory 1993, University of California.
- [4] Internet osoitteesta: <http://www.juniper.net/techcenter/techpapers/200021-01.html> löytyvä kuvaus WRED algoritmista.

Patenttivaatimukset:

1. Menetelmä siirtolinkkikapasiteetin vuorottamiseksi pakettikytkentäisten
5 tietoliikennevoiden kesken, jossa menetelmässä

- digitaalista tietoa siirretään vakio- tai vaihtuvanmittaisina paketteina,
- paketteihin liittyy tunnistetieto, jonka perusteella paketit jaetaan vähintään
10 kahteen eri palvelunlaatuluokkaan,
- palvelunlaatuluokkatiedon perusteella kukin paketti ohjataan yhteen
rinnakkaisista FIFO jonoista, joita on yksi jono kutakin palvelunlaatuluokkaa
kohden,
- ainakin yhdelle palvelunlaatuluokalle pätee, että siihen kuuluviin paketteihin
liittyy tunnistetieto, jonka avulla paketit jaetaan vähintään kahteen
15 laatuluokan sisäiseen aliryhmään,
- samaan laatuluokkaan kuuluvat paketit muodostavat vuon (flow), jossa
pakettien siirtojärjestys säilytetään riippumatta paketteihin liittyvästä
aliryhmän määrittävästä tunnistetiedosta,
- järjestelmästä uloslähtevän linkin tai linkkien käytettävissä olevaa
20 kapasiteettia vuorotetaan palvelunlaatuluokakohtaisille FIFO jonoille
painokerroinperusteisella vuorotusmenetelmällä, prioriteettiperusteisella
vuorotusmenetelmällä tai näiden yhdistelmällä

- t u n n e t t u siitä, että pakettikohtainen prioriteettiarvo prioriteettiperusteisessa
25 vuorotuksessa ja/tai painokerroin painokerroinperusteisessa vuorotuksessa määräytyy
muuttujien q ja p yhteisvaikutuksesta, missä muuttuja q määräytyy
palvelunlaatuluokasta (CoS), jota edustavaan liikenteeseen kyseinen paketti kuuluu,
ja muuttuja p aliryhmästä (esimerkiksi etuoikeustieto engl. drop preference), johon
kyseinen paketti kuuluu ja/tai siitä, miten kyseistä pakettia aikaisemmin tai
30 myöhemmin vuorottimeen saapuneet saman laatuluokan paketit ovat jakautuneet eri
aliryhmien kesken.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä on *tunnettu siitä*, että se, mihin aliryhmään paketti kuuluu ja/tai se, miten kyseistä pakettia aikaisemmin tai myöhemmin vuorottimeen saapuneet saman laatuluokan paketit ovat jakautuneet eri aliryhmien kesken, määrää, tehdäänkö kyseistä pakettia koskeva vuorotuspäätös
5 painokerroin- vai prioriteettiperusteisella vuorotusmenetelmällä.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä on *tunnettu siitä*, että painokerroinperusteisena vuorotusmenetelmänä käytetään SFQ menetelmää (Start-time Fair Queuing [1]).

10

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä on *tunnettu siitä*, että painokerroinperusteisena vuorotusmenetelmänä käytetään WFQ menetelmää (Weighted Fair Queuing [1]).

15 5. Laitteisto siirtolinkkikapasiteetin vuorottamiseksi pakettikytkentäisten tietoliikennevoiden kesken, jossa laitteisto käsittää

-välineet digitaalista tietoa kantavien vakio- tai vaihtuvanmittaisten pakettien vastaanottamiseksi,

20

-välineet paketteihin liittyvän tunnistetiedon lukemiseksi, jonka perusteella paketit voidaan jakaa vähintään kahteen eri palvelunlaatuluokkaan,

-välineet pakettien jakamiseksi vähintään kahteen eri palvelunlaatuluokkaan,

-FIFO jonon kutakin palvelunlaatuluokkaan kohden,

25

-välineet paketin ohjaamiseksi palvelunlaatuluokkatiedon perusteella kyseistä palvelunlaatuluokkaa vastaavaan FIFO jonoon,

-välineet pakettiin liittyvän tunnistetiedon lukemiseksi, jonka perusteella voidaan selvittää palvelunlaatuluokan sisäinen aliryhmä, johon kyseinen paketti kuuluu.

30

-vuorotin järjestelmästä uloslähtevän linkin tai linkkien käytettävissä olevan kapasiteetin vuorottamiseksi palvelunlaatuluokkakohtaisille FIFO jonoille painokerroinperusteisella vuorotusmenetelmällä, prioriteettiperusteisella vuorotusmenetelmällä tai näiden yhdistelmällä,

- välineet pakettien lähettämiseksi uloslähtevälle linkille tai linkeille vuorotimen määräämässä lähetysjärjestyksessä,

t u n n e t t u siitä, että laitteisto käsittää välineet, joiden avulla pakettikohtainen
 5 prioriteetti-arvo prioriteettiperusteisessa vuorotuksessa ja/tai painokerroin
 painokerroinperusteisessa vuorotuksessa voidaan määrittää perustuen muuttujien q ja
 p yhteisvaikutukseen, missä muuttuja q määrittyy palvelunlaatuokasta (CoS), jota
 edustavaan liikenteeseen kyseinen paketti kuuluu, ja muuttuja p aliryhmästä
 (esimerkiksi etuoikeustieto engl. drop preference), johon kyseinen paketti kuuluu
 10 ja/tai siitä, miten kyseistä pakettia aikaisemmin tai myöhemmin vuorottimeen
 saapuneet saman laatuokan paketit ovat jakautuneet eri aliryhmien kesken.

6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen laitteisto on *tunnettu siitä*, että laitteisto
 käsittää välineet, joiden avulla voidaan määrätä, tehdäänkö pakettia koskeva
 15 vuorotuspäätös painokerroin- vai prioriteettiperusteisella vuorotusmenetelmällä, sen
 perusteella, mihin aliryhmään kyseinen paketti kuuluu ja/tai miten kyseistä pakettia
 aikaisemmin tai myöhemmin vuorottimeen saapuneet saman laatuokan paketit ovat
 jakautuneet eri aliryhmien kesken.

20 7. Patenttivaatimuksen 5 mukainen laitteisto on *tunnettu siitä*, että laitteisto
 käsittää välineet painokerroinperusteisen vuorotuksen suorittamiseksi SFQ
 menetelmällä (Start-time Fair Queuing [1]).

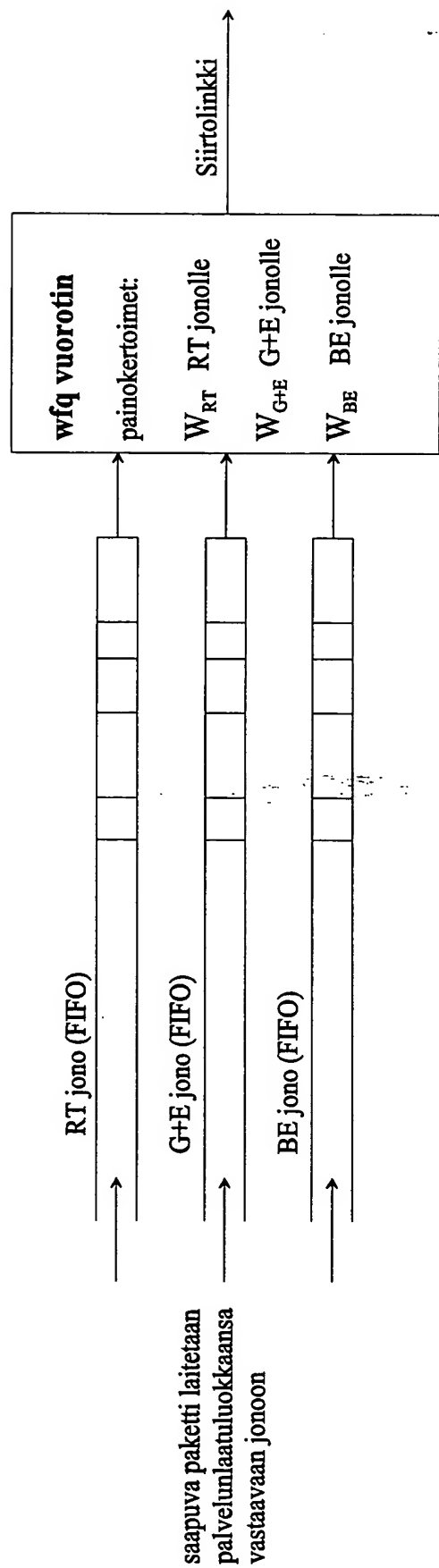
8. Patenttivaatimuksen 5 mukainen laitteisto on *tunnettu siitä*, että laitteisto
 25 käsittää välineet painokerroinperusteisen vuorotuksen suorittamiseksi WFQ
 menetelmällä (Weighted Fair Queuing [1]).

Tiivistelmä:

Keksinnön kohteena on menetelmä ja laitteisto siirtolinkkikapasiteetin vuorottamiseksi pakettikytkentäisten tietoliikennevoiden kesken siten, että voidaan toteuttaa palvelunlaatuluokka (Class of Service), jossa pystytään hyödyntämään hetkellisesti vapaana olevaa tiedonsiirtoverkon kapasiteettia ja lisäksi voidaan taata tietty vähimmäissiirtonopeus (Guaranteed rate and Best Effort) ilman, että heikennetään sellaisten palvelunlaatuluokkien toimintaa, joissa vähimmäissiirtonopeutta ei taata mutta palvelu toteutetaan hyödyntämällä hetkellisesti vapaana olevaa kapasiteettia (Best Effort). Keksintö perustuu siihen, että vuorottimen ohjauksessa käytetään palvelunlaatuluokkatiedon lisäksi laatuluokan sisäistä aliryhmätietoa (esim. drop preference), jota perinteisesti käytetään ruuhkanhallintamenetelmässä.

(Kuvio 4)

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.

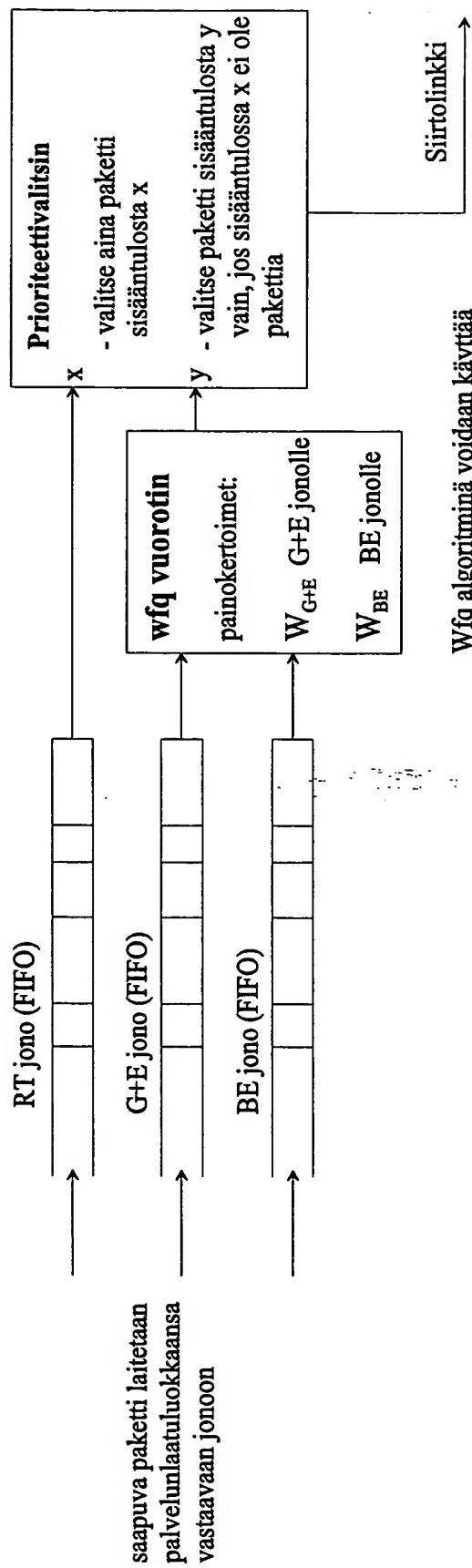


saapuva paketti laitetaan
 palvelunlaatu luokkaan
 vastaavaan jonoon

Wfq algoritminä voidaan käyttää
 esimerkiksi lähteessä [1] esitettyä
 SFQ menetelmää
 (Start-time Fair Queuing).

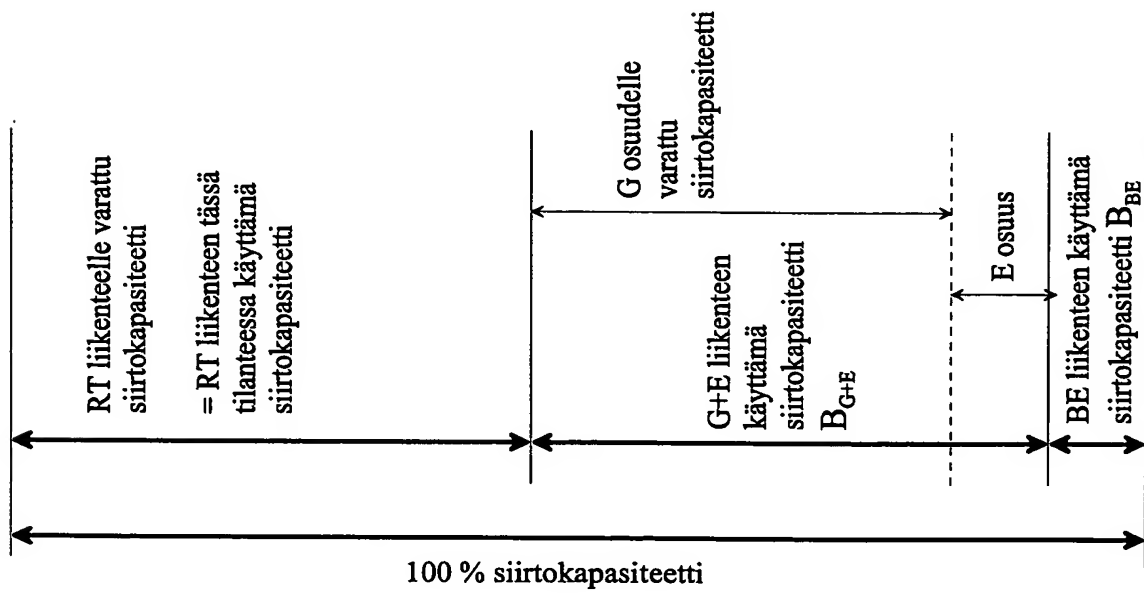
Kuvio 1

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.

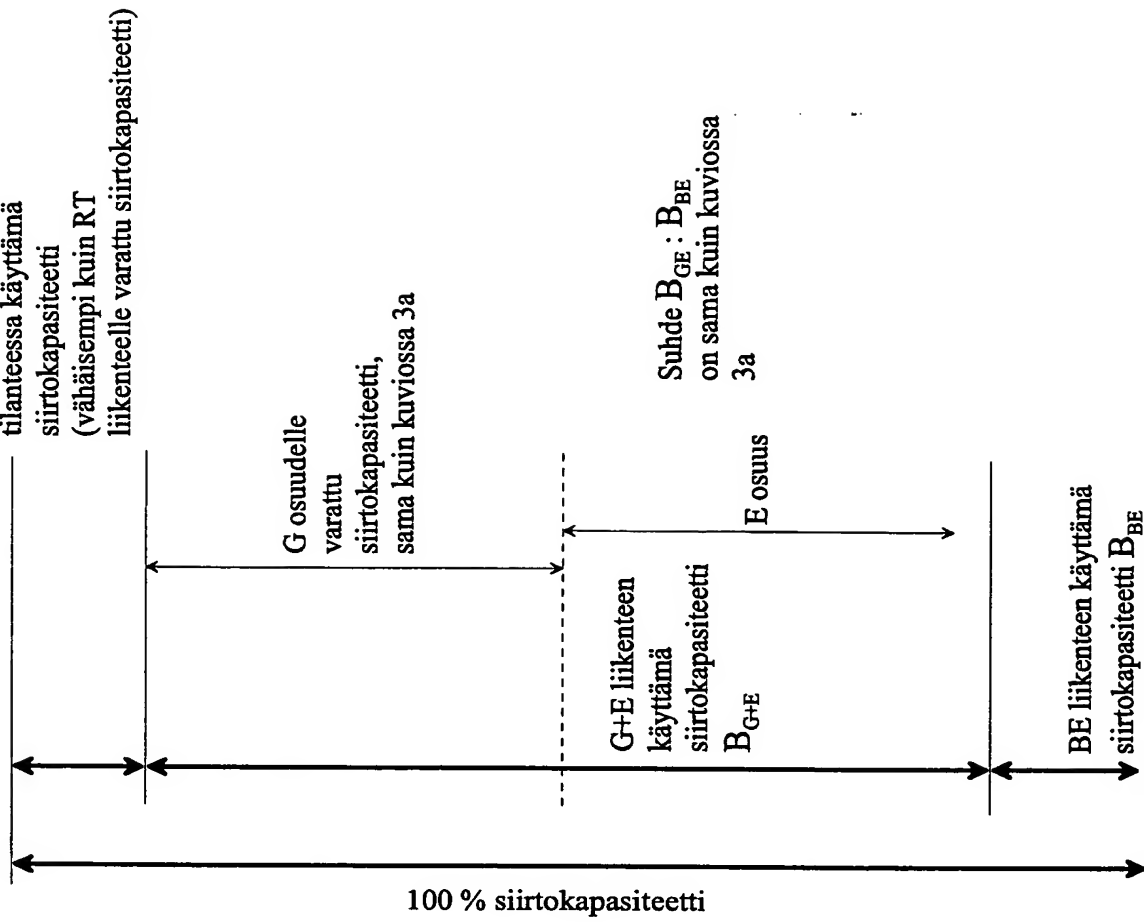


Wfq algoritminä voidaan käyttää esimerkiksi lähteessä [1] esitettyä SFQ menetelmää (Start-time Fair Queuing).

Kuvio 2

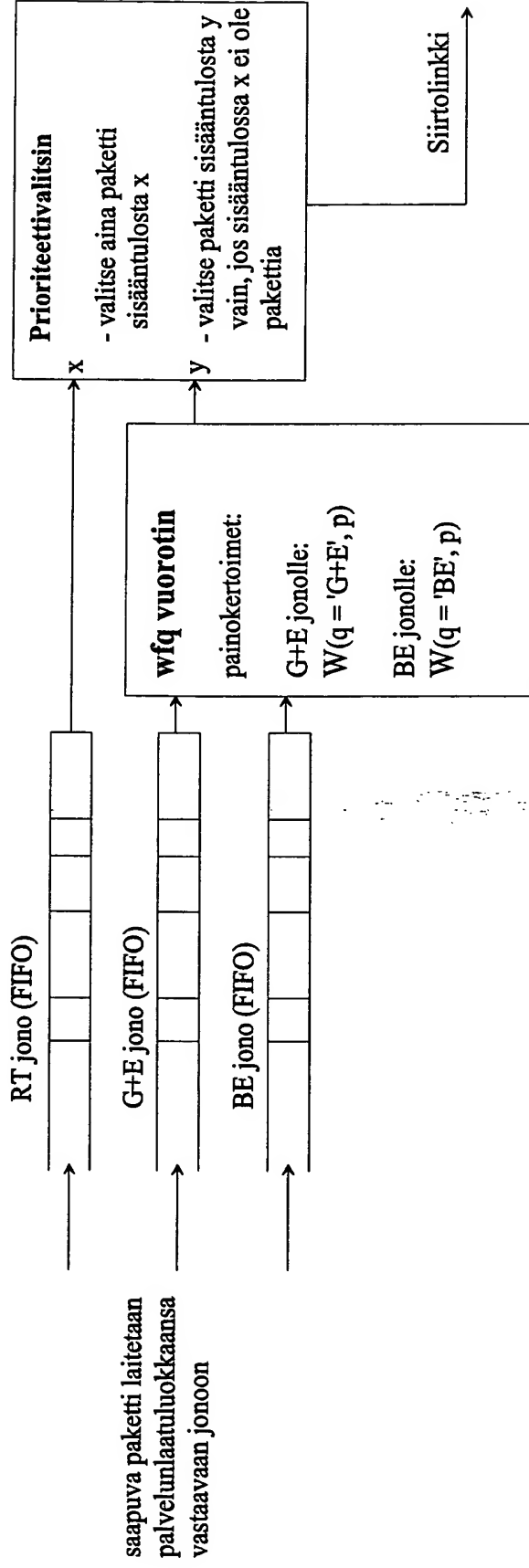


Esimerkkutilanne a



Esimerkkutilanne b

Kuvio 3



Wfq algoritminä voidaan käyttää esimerkiksi lähteessä [1] esitettyä SFQ menetelmää (Start-time Fair Queuing). Painokerroin määräytyy muuttujien q ja p perusteella, missä q riippuu palvelunlaatuluokasta (G+E tai BE) ja p puolestaan pakettien jakautumisesta eri aliryhmiin.

Kuvio 4